

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-122802

(43)Date of publication of application : 18.05.1993

(51)Int.Cl. H04N 5/262
G01B 11/24
G06F 15/62
H04N 7/18
H04N 9/74

(21)Application number : 03-279296

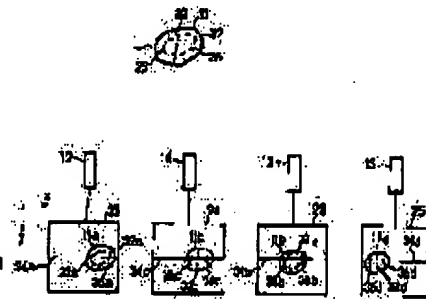
(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 25.10.1991

(72)Inventor : OTANI ATSUSHI
YAMATO JUNJI**(54) RANGE MOVING IMAGE INPUT PROCESSING METHOD****(57)Abstract:**

PURPOSE: To obtain the image whose respective pixel is the range value from reference point in three-dimensional space at frequency equivalent to a video rate by matching isothermal parts by using two infrared thermal imaging devices and interpolationally obtaining range by using two TV cameras.

CONSTITUTION: An object 11 is imaged by infrared thermal imaging devices 12 and 13 and TV cameras 14 and 15, and the images from the devices 12 and 13 and cameras 14 and 15 are synchronized and inputted. Thermal images 22 and 23 are obtained by the thermal image devices 12 and 13 and images 24 and 25 are obtained by TV cameras 14 and 15. A range information is interpolationally obtained by obtaining the correspondence between isothermal lines in the two (stereo) thermal images, obtaining positions of the isothermal lines in 3-D space, projecting the isothermal lines whose positions were obtained to the stereo image by the TV cameras 14 and 15 and obtaining the correspondence of density information between the isothermal lines. Thus, by applying these treatment to the obtained images, the range image can be inputted at the video rate.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 18.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3253328

[Date of registration]

22.11.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-122602

(43) 公開日 平成5年(1993)5月18日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 5/262		7337-5C		
G 0 1 B 11/24		K 9108-2F		
G 0 6 F 15/02	4 1 5	9287-5L		
H 0 4 N 7/18		E 8626-5C		
9/74		Z 8626-5C		

審査請求 未請求 請求項の数1(全8頁)

(21) 出願番号 特願平3-279298

(22) 出願日 平成3年(1991)10月25日

(71) 出願人 000004228

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 大谷 淳

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 大和 洋司

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

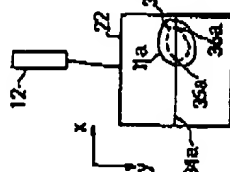
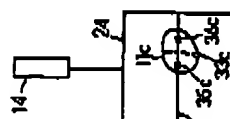
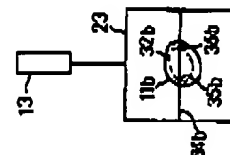
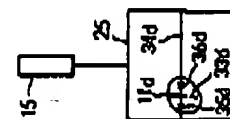
(74) 代理人 弁理士 森田 寛

(54) 【発明の名称】 距離動画像入力処理方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、レーザスキャン方式のレーザスキャンおよびステレオ画像方式の左右画像の対応点探索を不要とし、ビデオレート程度の頻度で距離画像を得られるようにすることを目的としている。

【構成】 2台の赤外線熱画像装置を用いて、まず等温度部のマッチングを行い、2台のTVカメラを用いて補助的に距離を求め、この処理をビデオレートで取得された画像群を処理する。



(2)

特開平5-122602

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 シーン中の動物体の動き情報を距離動画像として入力する画像入力処理方法において、互いに平行な視線方向および等しい画角をもつ2台の熱画像装置と2台のTVカメラとを備え、これら2台の熱画像装置と2台のTVカメラとから同期して左右の熱画像と左右の濃淡画像とを入力し、2台の熱画像装置から入力された左右の熱画像中における等温度領域の対応付けを行い、対応付けの行われた領域の輪郭の距離情報を求め、対応付けの行われた領域の内部の距離情報を、2台のTVカメラから入力された左右の濃淡画像における濃淡情報の対応付けにより補間し、以上の処理を連続して同期入力される左右熱画像と左右濃淡画像とについて逐次行うことを特徴とする距離動画像入力処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、シーン中の人間や自動車等の3次元的動きを認識するための一連の処理において、3次元の動き情報を入力する距離動画像入力処理方法に関するものである。具体的には、通常のTVカメラのビデオレート程度の頻度（1秒間に30フレーム程度）で距離画像（各画素の値が3次元空間中の基準点からの距離値である画像）を入力するようにしている。

【0002】

【従来の技術】 関連する従来技術としては、(i) レーザスキャン方式、(ii) ステレオ画像方式がある。

(i) レーザスキャン方式

図11に示すように、レーザスキャン機構1とTVカメラ2とを用いる。図に示すように、レーザスキャン機構1は空間中の動物体5に対してレーザを照射し、このレーザ照射をx、y方向にスキャンする。TVカメラ2は、照射されたレーザが形成する物体上のスポットを検出し、三角測量の原理でそのスポットの基準点からの距離を計測する。前述のスキャンの結果、距離画像を取得することができる。このスキャンを高速に行うことにより、ビデオレート程度の頻度で距離画像を入力する装置の試作も行われている。

(ii) ステレオ画像方式

図12に示すように、2台のTVカメラ3、4を用いて、動物体5の画像を取得し、左右の画像の対応する点の視差から(i)のレーザスキャン方式と同様に三角測量の原理で距離情報を得るものである。TVカメラを用いれば、当然ビデオレート程度の頻度で距離画像が入力できる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、このレーザスキャン方式はレーザを物体に照射するために、照射対象が人間の場合にはレーザの出力が大きいと危険を伴うも

2

のである。レーザの出力を小さくすると、TVカメラ2の感度の問題で、測定可能距離が極めて短いものとなり、適用対象が限定されるという欠点があった。

【0004】 また、左右の画像における対応する点を探るのは、物体上の同じ点を左右のTVカメラで観測した場合でも同じ濃度で観測されないために、一般には困難である。従って、ステレオ画像方式においては、距離の測定結果の精度が低いという欠点があった。また、画像中のエッジのような特徴点に対応する画素における距離だけが得られ、それ以外の画素の距離が得られないという欠点があった。

【0005】 本発明は、レーザスキャン方式のレーザスキャンおよび、ステレオ画像方式の左右画像の対応点探索を不要としてビデオレート程度の頻度で距離画像を得られるようにすることを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】 図1は本発明の動作原理を示す。まず、物体11を赤外線熱画像装置12と13、TVカメラ14と15により撮像し、夫々の装置12、13とカメラ14、15からの画像を同期して入力する。なお装置12、13、カメラ14、15の視線方向は互いに平行になるように配置し、画角も互いに一致させておく。また、赤外線熱画像装置12と13は、視野内の物体が放射する赤外線を検出することにより温度を測定して量子化し、熱画像をビデオレート程度の頻度で取得できるものを利用する。

【0007】 熱画像装置12と13により熱画像22と23とを得ると共に、TVカメラ14と15による画像24と25とを得る。11a、11b、11c、11dは各々画像22、23、24、25における物体11の像である。

【0008】

【作用】 本発明の動作は、これらの画像の中でまず熱画像22と23を処理する。物体像11aと11bには、物体11の表面の等温線32がそれぞれ32aと32bのように観測される。ところで、物体上の1点から放射される赤外線の強度は、その点における物体への視線方向に近い場合を除き、一般には一定と考えてよい。従って、左右熱画像において互に対応する等温線の像32aと32bとを検出すれば、撮像系の幾何学的位置関係により、物体11の等温線32上の3次元座標を求めることができる。即ち、画像22～25における共通のエピポーライン（y座標の等しいx軸に平行な直線）を図1のように34a～34dとし、画像22と23におけるエピポーライン34a、34bと等温線の像32a、32bとの交点を同図のようにそれぞれ35a、36aおよび35b、36bとすると、交点35aと35b、交点36aと36bが対応することを見いだせば、熱画像装置22と23の幾何学的位置関係は予め分かっているため、三角測量の原理で交点35aと35bおよび

(3)

特開平5-122602

3

び交点38aと38bに対応する物体上の点35と36の3次元空間中の座標を計算することができる。

【0009】このようにして得られた物体11上の点35と36の3次元座標から、点35の画像24における位置35c、画像25における位置35d、および点36の画像24における位置36c、画像25における位置36dを求めることができる。物体11の表面上で点35と36の間に等濃度線33が存在するとすると、画像24と25において、33cと33dのように観測される。ただし、物体表面の濃度は、異なった位置にある複数のTVカメラによりとらえた場合、必ずしもその複数のTVカメラで得られた画像中の濃度が等しくなれないという問題がある。しかし、等濃度線33の像は画像24では35cと36cの間、画像25では35dと36dの間という狭い範囲に限定されており、この狭い範囲の濃度分布の対応関係は容易に取れるので、33cと33dの対応関係も求められる。従って、やはりTVカメラ14と15の幾何学的位置関係により33上の点の3次元空間における座標を求めることができる。

【0010】このように、まず2つの（ステレオ）熱画像における等濃線の対応関係を求め、3次元空間における位置を求めた後、TVカメラによるステレオ画像に、3次元空間中の位置が得られた等濃線を投影し、その等濃線の間で濃度情報の対応関係を求めることにより、等濃線の間で距離情報を補助的に求めるわけである。熱画像装置12と13およびTVカメラ14と15はビデオレートで画像の取得が可能なので、これらの画像群に対して前述の処理を施すことにより、ビデオレートで距離画像を入力することが可能である。

【0011】

【実施例】上述の如く距離画像を得ることができるが、現実には熱画像における等濃線の対応付け情報は、2台の熱画像装置の特性が厳密に一致していないと必ずしも信頼できない。このため図2のような構成を取ることで、熱画像装置とTVカメラの視野を一致させる。即ち、赤外線を反射し、可視光を透過する可視赤外分離ミラー41を、視線方向を直交させた熱画像装置42とTVカメラ44の視線の交わる位置に45度の角度をもって配置する。このように配置することにより、ミラー41により赤外線情報は熱画像装置42に、可視光はTVカメラ44に分岐され、しかも42と44の視野を一致させることができる。

【0012】熱画像装置42とTVカメラ44は左画像用であり、図2に示すように右画像用に熱画像装置43とTVカメラ45を同様に配置し、前述のように左右画像のマッチングを行い、距離情報を得る。以下図2の配置を前提に説明を行うが、図1に示す一般的な配置でも当然本発明の範囲内である。

【0013】図3は、図2の構成に対する本発明の実施例を示す。本実施例の動作は、まず左熱画像装置42と

4

右熱画像装置43から熱画像が入力され、それぞれ熱画像用メモリ52と53に格納される。次にラベリング処理部56により、メモリ52と53に格納された熱画像に対してラベリング処理を施し、それぞれの処理結果をラベリング結果用メモリ57（左熱画像用）と58（右熱画像用）に格納する。ここで、ラベリング処理部58では、メモリ52と53に格納された熱画像において、同じ温度値を持つ互いに隣接する画素を統合して行き、結果として図4に示すように、熱画像を領域に分割する。

【0014】即ち図4で、各領域に含まれる画素は同じ温度値を持ち、同一の領域に含まれる全ての画素にはその領域の識別子が割り付けられる。メモリ57と58には、ラベリング処理により得られた図4に示された領域分割結果とともに、各領域の温度値、外接矩形枠の上下左右端の座標値といった各領域の属性値も併せて格納される。これらの属性値は後述の対応探索部59で用いられる。

【0015】対応探索部59では、メモリ57と58に格納された左右熱画像のラベリングの結果得られる領域の中から、対応する領域を発見する。対応探索部59のより詳細な構成例を図5に示す。図5の構成の動作は、まず対応候補領域抽出部71で左（右）画像における領域に対応する可能性のある右（左）画像の領域を抽出する。なお簡単のため、以後の説明では左画像中の領域に対応する右画像中の領域を探索する場合を示すが、当然右画像中の領域に対応する左画像中の領域を探索する場合も同様の処理となる。

【0016】図8は対応候補領域抽出部71における処理例を説明するためのもので、メモリ57に格納された左熱画像101における領域201に対応候補領域を探索する場合を示している。一般に、左右画像中の対応する点は、同じエッジボーライン（図8における画像に対して定義された座標系では、X軸に平行なラインのこと）上に存在すると限定される。従って、領域の上端と下端とのY座標を Y_u 、 Y_l とすると、右画像において対応する可能性がある領域と言うのは、領域201と同じ温度値を持ち、領域の一部または全体が $Y_u = Y_u$ と $Y_l = Y_l$ との間に存在するものである。ただしここでもう一つ、エッジボーライン拘束の条件（領域201に対応し得る右画像における領域は、左画像における領域201のX軸方向の位置より左側にしか存在し得ない）がある。

【0017】従って、具体的な処理の流れとしては、メモリ57に格納されている領域201の属性値（温度値、外接矩形枠の上下左右端の座標）を読み出し、外接矩形枠の上端と下端の座標範囲内にあり、領域201と同じ温度値を持ち、領域201の左端と右端のX軸方向の位置より左端と右端がそれぞれ左側にある右画像中の領域を対応候補として抽出する。図8において、202a、202b、202cが対応候補領域、203a、2

10

20

30

40

50

(4)

特開平5-122602

5

03bが同じ温度を持ち、領域201の上端と下端の間にあるものの、エピソード拘束を満たさないために、対応候補として抽出されなかった領域を示す。

【0018】次に、このようにして抽出された対応候補との形状の類似度を類似度計算部72で計算する。図7は、左画像101中の領域205と右画像102中の領域206との類似度を計算する場合を例として示している。本処理は画像101と102と同じサイズの画像バッファメモリ207上で行う。まず画像101から領域205を、画像101における位置と等しい位置にコピーする。メモリ207上で、領域205に対応する画素には領域205の識別子を、領域205以外の画素には背景を表す識別子を格納する。

【0019】ところで、左右画像の領域の対応はまだ決定されていないので、X軸方向の位置合わせも決定されていない。従って、メモリ207で左画像の領域205*

$$S_i = A / (A + B)$$

で計算される。次に、領域206をX軸方向に1画素ずらしてコピーするが、その前に、重なり部分の画素には領域205の識別子を、領域206がそれまでであった部分の画素には背景の識別子をそれぞれ格納しておき、その後前述の領域206のコピー処理を行う。領域206のX軸方向の移動をA≠0の範囲で行って式(1)により類似度を計算し、その最大値を領域205と206の類似度Sとする。

【0021】類似度計算部72で、各対応候補について類似度Sを計算した後、対応決定部73で対応する領域を決定する。決定部73では、図6に示した左画像の領域201のように、複数の領域202a~202cが対応候補の場合には、最大の類似度Sをもつ対応候補を、対応する領域として決定する。図6の例では、領域202cの形状が領域201に最も類似しているので、領域202cが対応候補領域として抽出される。ただし、最大の類似度Sが閾値より小さい場合には、この対応を棄却する。つまり、この場合には、左画像における領域は、一つも対応する右画像における領域を持たないことになる。

【0022】このようにして、等温度領域の対応付けが行われた後、等温線距離計算部60で、等温線（領域の輪郭線）上の画素の実空間における3次元座標を、図8のように計算する。図8で、左熱画像210と右熱画像211とにそれぞれ対応することが決定された領域21*

$$X = d (\tan \phi_1 + \tan \phi_2) / (2 (\tan \phi_2 - \tan \phi_1)) \quad (2)$$

$$Y = d \tan \phi (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) / (\tan \phi_2 - \tan \phi_1) \quad (3)$$

$$Z = d (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) / (\tan \phi_2 - \tan \phi_1) \quad (4)$$

距離画像中の点220に対応する画素には、

$$R = (X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2}$$

で表される。点220と座標系の原点との距離Rが格納される。

【0025】距離計算部60で、全ての対応する領域の

6

*の位置は固定し、右領域206のパターンをメモリ207で1画素ずつX軸方向に移動し、その都度類似度を計算し、最大の類似度を領域205と206の類似度とする。

【0020】即ち、図7のように、領域208のY座標は右画像102におけるものとし、そのパターンをメモリ207にコピーするが、このとき既に背景の識別子が格納されている画素は領域206の識別子に書き換え、既に領域205の識別子が格納されている画素には、領域205と206が重なることを示す識別子を格納する。領域205と206が重なりを持つとすると、重なっている部分（図7でハッチングで示した部分）の画素数（面積）をカウントしこれをA、領域205と206における重なっていない部分（図7、白い部分）の画素数をBとし、領域206のX座標iにおける類似度をS_i、とすると、

(1)

*2と213とが存在しているとする。いま、エピソードライン214と領域212との交点を215aと216a、領域213との交点を215bと216bとすると、交点215aと215b、交点216aと216bが、それぞれ対応する点である。赤外線熱画像装置42と43の幾何学的な位置関係は既知なので、三角測量の原理でこれらの対応する点の3次元座標を計算することができる。

【0023】例えば、図9のように、左熱画像210の視野中心（熱画像装置42の四角錐状の視野における四角錐の頂点）221と右熱画像211の視野中心222とがX軸上の原点に関して対称な位置にあり、Z軸が熱画像装置42と43との視線に平行な方向、Y軸をX軸とZ軸に直行するように3次元座標系を定義する。いま、図9の交点216aと視野中心221を結んだ直線と、交点216bと視野中心222を結んだ直線とのX-Z平面への射影が、X軸となす角度をそれぞれφ₁、φ₂とし、視野中心221と222の距離をdとする（従って、それぞれのX座標は、-d/2、d/2）。また、これら2つの直線の交点である実空間中の点220（交点216aと216bに対応する）と視野中心221と222の3点から構成される平面とX-Z平面のなす角度をφとする。実空間中の点220の3次元座標(X, Y, Z)は次式のように計算される。

【0024】

輪郭線上の3次元座標が求められるので、距離画像において、領域の輪郭に対応する画素には距離値が格納されることになる。しかし、これだけでは領域の輪郭以外の画素については、距離値が得られないことになる。そこで、以下に述べるように、ステレオ濃淡画像を用いて、

(5)

特開平5-122602

8

輪郭以外の画素について、距離値を補間する。

【0026】図3で、TVカメラ44と45とから得られた濃淡画像は、まず画像用メモリ54と55に格納される。次に、補間計算部61で、図10に示すような方法で、熱画像における領域の輪郭線以外の距離値を求める。図10(a)では、メモリ54と55に格納された左濃淡画像250と右濃淡画像251に、互に対応する領域252aと252bが存在する場合を示している。画像250と251における共通のエピポーラライン(Y座標値が等しい)を考え、このエピポーララインの画像250における部分253aと領域252aの交点を255aと256a、画像251における部分253bと領域252bとの交点を255bと256bとする。各エピポーラライン253aと253b上でそれぞれ、交点255aと256a、及び交点255bと256bの間の濃度分布を示したのが、図10(b)である。一般には、交点255aと256aの距離と、交点255bと256bの距離とは異なるが、DP(Dynamic Programming)マッチング等により、エピポーラライン253aと253bの両者における濃度分布の対応は求20められる。

【0027】図10(b)で点線で示したのが、対応の取れた画素同志の例であり、257a~259a及び257b~259bが、濃度分布の対応付けにより得られた対応点の例である。従って、対応点257aと257b、258aと258b等から、等温線距離計算部60と同様に式(2)~(4)を用いて、対応点の距離値が求まる。従って、熱画像における領域の輪郭線だけでなく、領域内部の距離情報も得られることになる。

【0028】なお、図10では、図2で示した可視赤外分離ミラー41を用いる配置を前提にしていたが、図1のように、熱画像装置12、13およびTVカメラ14、15を平行に配置した場合でも、同様に補間が行なえる。即ちこの場合、図10(a)に示した熱画像における領域252aと252bを濃淡画像250と251に重ね合わせることはできないが、領域252aと252bの輪郭線上の点255a、256a、255b、256bは、その対応関係から3次元座標が前述のように計算できるので、TVカメラ14、15の幾何学的位置関係から、濃淡画像250と251における位置を逆に求めるのは容易である。このようにして、熱画像中の領域の輪郭線上の画素の濃淡画像中に投射できるので、その後の処理は、図10(b)で説明したのと同様に行なえる。

【0029】以上のようにして、距離動画像82が得られる。熱画像装置12と13、TVカメラ14と15における画像入力を同期して行えば、ビデオレート程度の頻度でステレオ熱画像とステレオ濃淡画像が入力できる。これらの連続して入力される画像に対して、逐次本発明の内容の処理を行えば、ビデオレートの頻度の距離20

画像(距離動画像)の入力が実現できる。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ステレオ熱画像における対応箇所をまず決定し、ステレオ濃淡画像を用いて対応付けの行われた個所の間の距離情報を補間的に求める。本発明によれば、測定対象へのレーザ等の投光が不要である。また、従来のステレオ画像方式の問題であった左右画像の対応点探索の問題が回避でき、さらに距離画像において距離が得られない画素を劇的に減少させられる。

【0031】本発明は、ロボットの視野システム、商店における万引防止や交通監視等を目的として自動監視システムへの適用が考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理を示す。

【図2】可視赤外分離ミラーを用いた視野を一致させる方式の説明図である。

【図3】本発明の実施例を示す。

【図4】熱画像の領域分割を示す。

【図5】対応探索部の実施構成例を示す。

【図6】対応候補領域抽出部の動作の説明図である。

【図7】類似度の説明図である。

【図8】等温線距離計算部の動作の説明図である。

【図9】等温線上の画素の距離の計算原理を示す。

【図10】ステレオ濃淡画像による距離情報の補間の原理である。

【図11】関連する従来技術の1つであるレーザスキャン方式の説明図である。

【図12】従来技術のステレオ画像方式の説明図である。

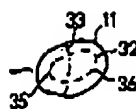
【符号の説明】

- | | |
|---------|------------------------|
| 11 | 物体 |
| 12 | 左の熱画像装置 |
| 13 | 右の熱画像装置 |
| 14 | 左のTVカメラ |
| 15 | 右のTVカメラ |
| 22 | 左熱画像 |
| 23 | 右熱画像 |
| 24 | 左濃淡画像 |
| 25 | 右濃淡画像 |
| 11a | 左熱画像22における物体11の像 |
| 11b | 右熱画像23における物体11の像 |
| 11c | 左濃淡画像における物体11の像 |
| 11d | 右濃淡画像における物体11の像 |
| 32 | 物体11表面上の等温線 |
| 32a | 物体像11aにおける等温線32の像 |
| 32b | 物体像11bにおける等温線32の像 |
| 33 | 物体11上の等濃度線 |
| 34a~34d | 画像22~25における共通のエピポーラライン |

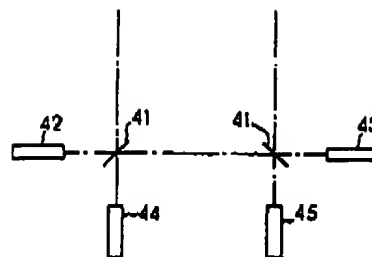
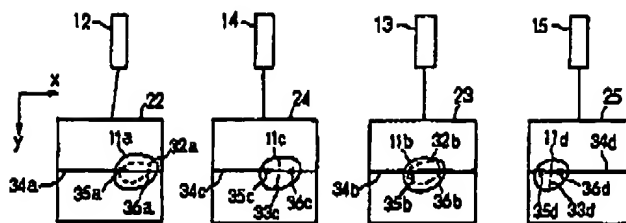
(6)

特開平5-122602

【図1】

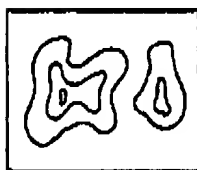


【図2】

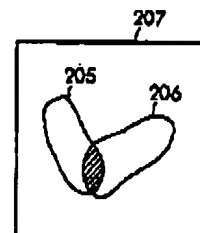
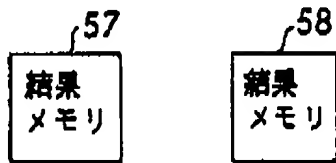


【図7】

【図4】



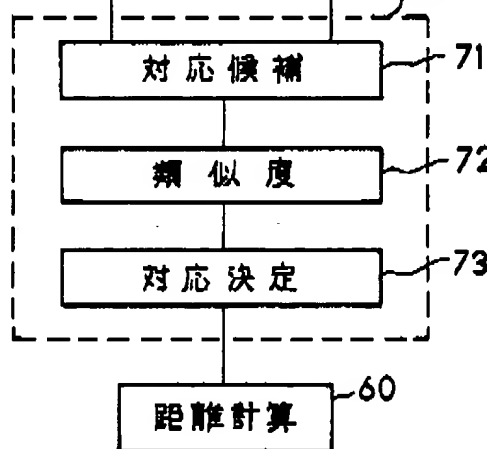
【図5】



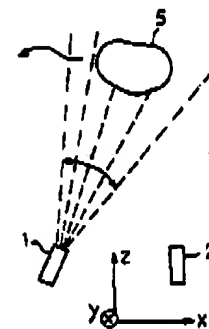
【図12】



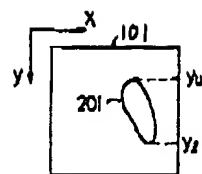
59: 対応探索部



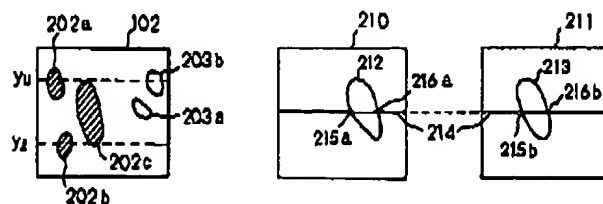
【図11】



【図6】



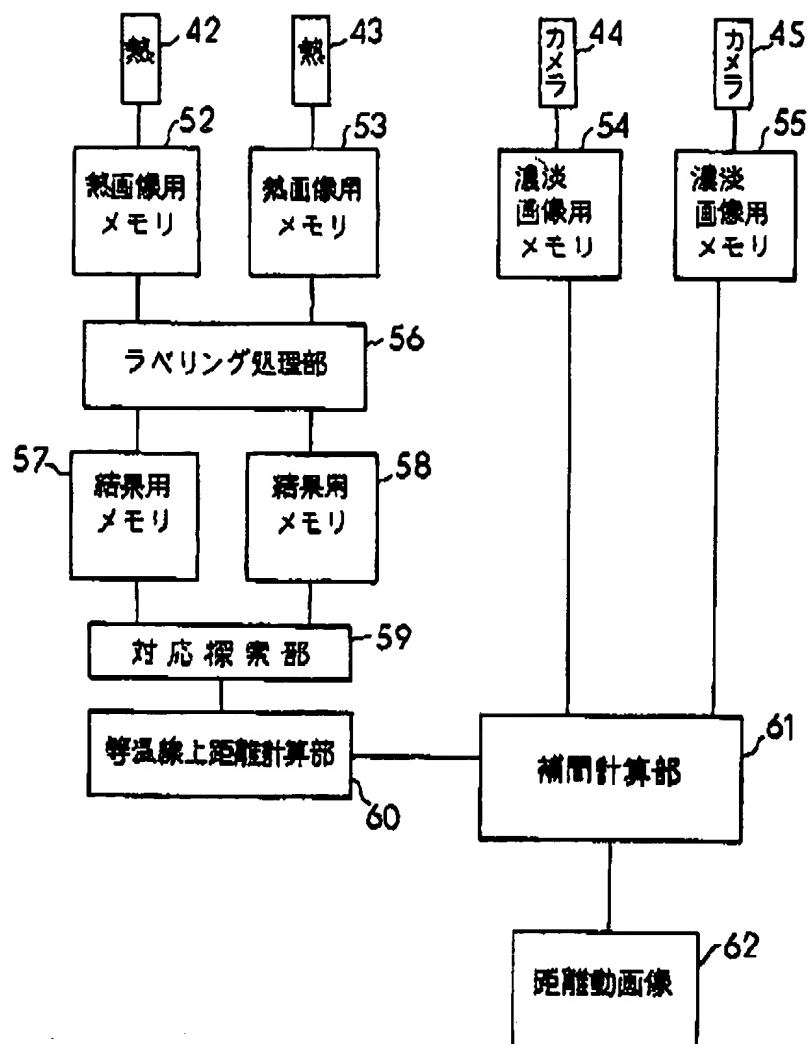
【図8】



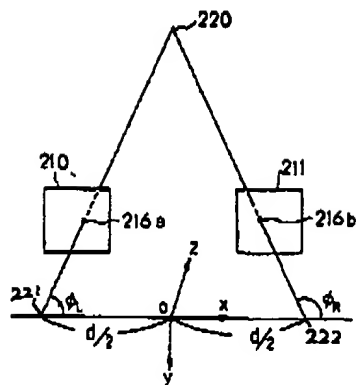
(7)

特開平5-122602

【図3】



【図9】

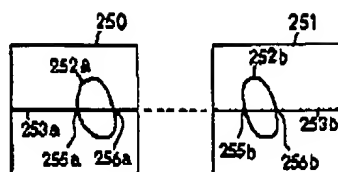


(8)

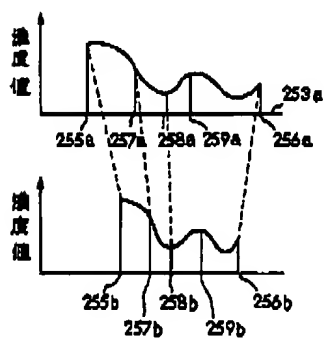
特開平5-122602

【図10】

(a)



(b)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.